

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-007609

(43)Date of publication of application : 12.01.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/31
G11B 5/265
G11B 5/39

(21)Application number : 10-108982

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 20.04.1998

(72)Inventor : KOMURO MATAHIRO
OKADA TOSHIHIRO
FUYAMA MORIAKI
ITO TETSUO
FUKUI HIROSHI
MARUYAMA YOJI
HIRAGA MAKOTO

(30)Priority

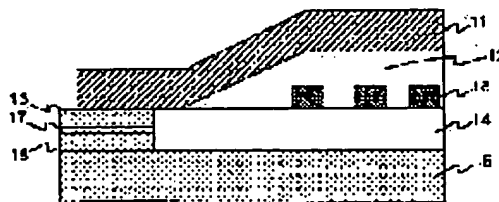
Priority number : 09104230 Priority date : 22.04.1997 Priority country : JP

(54) THIN FILM MAGNETIC HEAD, AND RECORDING AND REPRODUCING SEPARATION TYPE HEAD, AND MAGNETIC STORING AND REPRODUCING DEVICE USING IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin film magnetic head with little blotting in writing and a high recording magnetic field by forming an upper end part magnetic film on an upper magnetic film and a lower end part magnetic film on a lower magnetic film on end parts forming a magnetic gap.

SOLUTION: This magnetic head is provided with an upper magnetic film 11 and a lower magnetic film 15 via non-magnetic magnetic gap film 17, and the upper magnetic film 11 forms an upper end part magnetic film 16 on the end part forming a magnetic gap film 17 on a



magnetic gap side. A magnetic pole end part of the recording head of the thin film magnetic head is made by frame plating namely, the three kinds of films of the upper end part magnetic film 16, the gap film 17, and the lower end part magnetic film 18 are plated by using a same frame. Manufacture of a magnetic head of such a structure does not use a frame of silicon dioxide, etc., that eliminates the need for a device forming abrasion-proofness and frame material. Moreover, since the upper magnetic film 11 does not appear on a floating surface, there is little leakage flux from the upper magnetic film onto the floating surface and this permits to reduce blotting in writing on a medium.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

JP11-007609

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the thin film magnetic head characterized by forming the lower limit section magnetic film in the edge at which either [at least] said up magnetic film or a lower magnetic film forms said magnetic gap in said magnetic gap side through said magnetic gap in the thin film magnetic head equipped with the up magnetic film and the lower magnetic film through the nonmagnetic magnetic gap film at the upper limit section magnetic film and said lower magnetic film at said up magnetic film.

[Claim 2] In the thin film magnetic head equipped with the up magnetic film and the lower magnetic film through the nonmagnetic magnetic gap film The lower limit section magnetic film is formed [said up magnetic film] in the edge at which either [at least] said up magnetic film or a lower magnetic film forms said magnetic gap in said magnetic gap side through said magnetic gap at the upper limit section magnetic film and said lower magnetic film. Either [at least] said upper limit section magnetic film or a lower limit section magnetic film is the thin film magnetic head to which the cross section parallel to the surfacing side is characterized by being smaller than said the cross section in the part which has said magnetic gap of said up magnetic film and a lower magnetic film.

[Claim 3] In the thin film magnetic head equipped with the up magnetic film and the lower magnetic film through the nonmagnetic magnetic gap film The lower limit section magnetic film is formed [said up magnetic film] in the edge at which either [at least] said up magnetic film or a lower magnetic film forms said magnetic gap in said magnetic gap side through said magnetic gap at the upper limit section magnetic film and said lower magnetic film. Either [at least] said upper limit section magnetic film or a lower limit section magnetic film is the thin film magnetic head characterized by the width of recording track being smaller than the width of recording track of said up magnetic film and a lower magnetic film.

[Claim 4] In the thin film magnetic head equipped with the up magnetic film and the lower magnetic film through the nonmagnetic magnetic gap film The lower limit section magnetic film is formed [said up magnetic film] in the edge at which either [at least] said up magnetic film or a lower magnetic film forms said magnetic gap in said magnetic gap side through said magnetic gap at the upper limit section magnetic film and said lower magnetic film. Either [at least] said upper limit section magnetic film or a lower limit section magnetic film is the thin film magnetic head characterized by having projected to the surfacing side side in a surfacing side rather than said up magnetic film and the lower magnetic film.

[Claim 5] In the thin film magnetic head equipped with the up magnetic film and the lower magnetic film through the nonmagnetic magnetic gap film The lower limit section magnetic film is formed [said up magnetic film] in the edge at which either [at least] said up magnetic film or a lower magnetic film forms said magnetic gap in said magnetic gap side through said magnetic gap at the upper limit section magnetic film and said lower magnetic film. Either [at least] said upper limit section magnetic film or a lower limit section magnetic film is the thin film magnetic head which has projected to the surfacing side side in the surfacing side rather than said up magnetic film and the lower magnetic film, and is characterized by the width of recording track being still smaller than the width of recording track of said up magnetic film and a lower magnetic film.

[Claim 6] Said upper limit section magnetic film and a lower limit section magnetic film are saturation magnetic flux density 1.5. The thin film magnetic head according to claim 1 to 5 which consists of a plating magnetic film more than a tesla, and consists of said up magnetic film formed by the plating or the sputtering method specific resistance is 50 or more microohm-cm by width of face larger than the frame width of face of said plating magnetic film.

[Claim 7] The up shielding film which said upper limit section magnetic film and a lower limit section magnetic film have the equal width of recording track mutually, and carries out magnetic shielding of said up magnetic film and the magneto-resistive effect film is the thin film magnetic head according to claim 1 to 6 which it has width of face larger than said width of recording track, and said up magnetic film becomes from a multilayer magnetic film.

[Claim 8] It is the record playback discrete-type magnetic head characterized by said recording head consisting of the thin film magnetic head according to claim 1 to 7 in the record playback discrete-type magnetic head by which the recording head which writes in information, and the reproducing head to read were formed in one.

[Claim 9] Said reproducing head is the record playback discrete-type magnetic head according to claim 8 characterized by said antiferromagnetic substance consisting of a Cr-Mn system alloy including the ferromagnetic which has a magneto-resistive effect, and the antiferromagnetic substance which it sticks [antiferromagnetic substance] to this ferromagnetic and makes said ferromagnetic discover an one direction anisotropy.

[Claim 10] The thin film magnetic disk which records information, and the rotation means of this thin film magnetic disk, The record playback separation magnetic head which has the recording head which is prepared in a float-type slider and writes in information, and the playback head to read, A migration means to support said float-type slider and to access to a thin film magnetic disk is provided, and said magnetic disk is 4000rpm at the time of record and playback. In the magnetic storage regenerative apparatus whose record frequency it rotates above and is 45MHz or more Said record playback discrete-type magnetic head is a magnetic storage regenerative apparatus which consists of the record playback discrete-type magnetic head according to claim 8 or 9.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the new thin film magnetic head and the record playback discrete-type magnetic head using it, and a magnetic storage regenerative apparatus.

[0002]

[Description of the Prior Art] The thin film magnetic head for magnetic disk drives is formed on the slider held on the disk which carries out high-speed rotation. A recording head has the magnetic pole layer which is the thin film of a ferromagnetic ingredient, and a lower magnetic pole layer and an up magnetic pole layer are in the upper and lower sides of a gap layer in respect of air bearing (ABS side). The magnetic pole layer of the upper and lower sides of a recording head contacts about a hind gap. In order to raise recording density, it is necessary to write in many data on the surface of a magnetic disk. For that, there is the approach of narrowing the width of recording track and raising recording density. The approach offer a head 2 micrometers or less by the thin film magnetic head, the width of face, i.e., the width of recording track, of the pole tip, is indicated by the JP,7-296328,A specification. In case a magnetic film is formed in this example by the galvanizing method, the silicon-dioxide layer is used as a plating frame. Moreover, the magnetic pole layer from an ABS side to back zero throat level is more widely [than a pole tip layer] parallel to the above-mentioned invention, an parallel path is given for the exchange of magnetic flux with a pole tip field, and it is indicated that magnetic-flux transfer capacity is heightened. Furthermore the configuration of an up magnetic film (P2 (T) shows at drawing 24, and P2 has shown by drawing 25.) is clarified in drawing 24 and head structural drawing of drawing 25, and the cross section of the up magnetic film seen from the surfacing side in the depth-of-gap location (upper part of a frame) is fixed.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention writes, there are few blots and a record field is to offer the high thin film magnetic head and the record playback discrete-type magnetic head using it, and a magnetic storage regenerative apparatus.

[0004]

[Means for Solving the Problem] In the thin film magnetic head which this invention equipped with the up magnetic film and the lower magnetic film through the nonmagnetic magnetic gap film, either [at least] said up magnetic film or a lower magnetic film is characterized by forming the lower limit section magnetic film in the edge which forms said magnetic gap in said magnetic gap side through said magnetic gap at the upper limit section magnetic film and said lower magnetic film at said up magnetic film.

[0005] This invention Moreover, the cross section parallel to the surfacing side of either [at least] said upper limit section magnetic film or a lower limit section magnetic film is smaller than said the cross section in the part which has said magnetic gap of said up magnetic film and a lower magnetic film, The width of recording track of either [at least] said upper limit section magnetic film or a lower limit section magnetic film is smaller than the width of recording track of said up magnetic film and a lower

magnetic film, And either [at least] said upper limit section magnetic film or a lower limit section magnetic film is characterized by consisting of one or two combination or more of having projected to the surfacing side side in a surfacing side rather than said up magnetic film and the lower magnetic film. [0006] Setting this invention to the above-mentioned thin film magnetic head, said upper limit section magnetic film and a lower limit section magnetic film are saturation magnetic flux density 1.5. It consists of a plating magnetic film more than a tesla. That it is what consists of said up magnetic film formed by the plating or the sputtering method specific resistance is 50 or more microomegacm, by width of face larger than the frame width of face of said plating magnetic film, said upper limit section magnetic film, and a lower limit section magnetic film have the equal width of recording track mutually. The up shielding film which carries out magnetic shielding of said up magnetic film and the magneto-resistive effect film has width of face larger than said width of recording track, and it is characterized by said up magnetic film consisting of one or two combination of consisting of a multilayer magnetic film. The recording head in which this invention writes information, and the reproducing head to read are characterized by said recording head consisting of the above-mentioned thin film magnetic head in the record playback discrete-type magnetic head formed in one.

[0007] In the above-mentioned record playback discrete-type magnetic head of this invention, it is characterized by said antiferromagnetic substance consisting of a Cr-Mn system alloy including the ferromagnetic with which said reproducing head has a magneto-resistive effect, and the antiferromagnetic substance which it sticks [antiferromagnetic substance] to this ferromagnetic and makes said ferromagnetic discover an one direction anisotropy.

[0008] The thin film magnetic disk with which this invention records information, and the rotation means of this thin film magnetic disk, The record playback separation magnetic head which has the recording head which is prepared in a float-type slider and writes in information, and the playback head to read, A migration means to support said float-type slider and to access to a thin film magnetic disk is provided, and said magnetic disk is 4000rpm at the time of record and playback. In the magnetic storage regenerative apparatus whose record frequency it rotates above and is 45MHz or more It is characterized by said record playback discrete-type magnetic head consisting of the above-mentioned record playback discrete-type magnetic head.

[0009] This invention is recording density 4 Gb/in². Using for the above magnetic disk drive is desirable.

[0010] When a recording head is seen from a surfacing side, the magnetic film 1 which is on a gap as shown in drawing 1 is narrowed by the width of recording track Tw near the gap, and, only in the overhang t, the upper limit section magnetic film 16 of drawing 2 has structure which spread on both sides of a truck. The frame material which has an undercut in the two-layer film using a photoresist and poly dimethyl glutar imide in the exposure of ultraviolet rays and far ultraviolet rays and the combination of two development is produced, the gap film is formed between photoresist layers, and the lower magnetic pole film is formed in the undercut section.

[0011] If the magnetic head of the structure of drawing 3 of this invention is produced, in order not to use frame materials, such as a silicon dioxide, the formation equipment of the above-mentioned abrasion resistance or a frame material is not needed. in order that the up magnetic film 11 may not come out to a surfacing side like drawing 3 -- leakage of the magnetic flux from an up magnetic film to a surfacing side -- few -- a medium -- it writes and a blot can be done few. Moreover, as shown in drawing 6 , in throat height, it is possible to increase the field which makes small the cross section parallel to a surfacing side for a surfacing side side, enlarges the cross section from the middle of throat height, makes small the field revealed to a surfacing side from the up magnetic film 11, and is revealed through the upper limit section magnetic film 17 from the up magnetic film 11 when the configuration of an up magnetic film changes, and surface recording density is 4 Gb/in². It can use for the above magnetic recording medium of high recording density. It is a problem important for a ** truck head to make small the overhang t near the surfacing side of the up magnetic film 11, and it leads to considering as 5 or less times of the thickness of the gap film 17 writing, and making a blot small in this invention.

[0012] as an example -- the width of recording track (Tw) -- 1.0 micrometers the thickness (Pu) of an up

magnetic film -- the thickness of 4 micrometers and the gap film -- 0.2 micrometers it is -- a case -- the relation of Field H and Overhang t of the up magnetic film 11 which leak from an edge -- drawing 7 -- like -- becoming . Although the smaller one of a leakage field is good, if Overhang t is made small, when thickness of an up magnetic film is fixed, the magnetic field strength near the gap of a surfacing side will decrease. In order magnetic field strength is high and to make a leakage field small, it is the range of t which serves as $H < 1000\text{Oe}$ in this case, i.e., $t < 1$ micrometer, and 5 or less times of the thickness (0.2 micrometers) of the gap film are desirable. What is necessary is just to thicken thickness of the up magnetic film 11, in order to make the above-mentioned magnetic field strength high as $t < 1$ micrometer. If thickness of the up magnetic film 11 is thickened, the configuration and precision of a plating frame for forming the up magnetic film 11 will become a problem. That is, if a plating frame becomes thick, configuration control becoming difficult and doubling precision with a lower magnetic film (upper limit section magnetic film 16) will pose a problem. Therefore, $t = 0$ micrometer is difficult in respect of the configuration of a plating frame, and precision, and it is desirable to thicken the up magnetic film 11 as $t = 0.05\text{--}0.1$ micrometers. The above-mentioned example is the case where the up magnetic film 11 has separated 10nm from the surfacing side. The field from the up magnetic film edge in a surfacing side decreases by separating the up magnetic film 11 from 10nm or more surfacing side. Therefore, elimination of the record data based on the leakage field from an up magnetic film edge and the effect on an adjoining track are lost by making it the structure of drawing 3 which is this invention from the structure of drawing 2 which is the conventional recording head structure. It is obtained, when the same effectiveness as the structure of drawing 3 enlarges the cross section which is distant from a surfacing side in the cross section of the up magnetic film 11 in the location below the depth of gap (width of face from the surfacing side of the gap film of drawing 3) and makes the cross section of a surfacing side small.

[0013] In this invention, the pole tip section of the recording head of the thin film magnetic head is produced with frame plating. That is, three kinds of film, the upper limit section magnetic film 16 shown in drawing 2 or drawing 3 , the gap film 17, and the lower limit section magnetic film 18, is galvanized using the same frame. Drawing 2 and the up magnetic film 11 of drawing 3 are in contact with the upper limit section magnetic film 16 by the surfacing side side. It is the conventional structure to make the configuration of the edge magnetic film 16 into drawing 2 and drawing 4 seen from the film surface with a vertical sectional view at a surfacing side, besides, as shown in drawing 4 , the configurations of the gap film 17 and the upper limit section magnetic film 16 are equal from a surfacing side to the depth of gap (frame edge), and an parallel cross section is during this period (cross section of a location with the gap film), and becomes the same in a surfacing side. Conventionally [this], to a configuration, when the cross section by the side of the surfacing side of the upper limit section magnetic film 16 as shown in drawing 5 or drawing 6 is made small, the leakage field from the upper limit section magnetic film 16 decreases in respect of surfacing, a record field becomes steep, field distribution of a track edge becomes Sharp and a background also becomes small.

[0014] Nickel oxide, iron manganese alloy thin film, chromium-manganese, and chromium-manganese-platinum, the chromium aluminum containing alloy film, etc. may be used for the antiferromagnetism film. Or it can use by hard magnetism film like ferromagnetic cobalt-platinum, cobalt chrome-platinum, and the iron-cobalt-terbium alloy film. Even if it adds the field of 50 oersted it is supposed that the hard magnetism film is a magnetic film from which the magnetization cannot change easily to an external magnetic field, and coercive force is 100 or more oersteds, since the direction of the magnetization hardly changes, it has the same effectiveness as the antiferromagnetism film. That is, it is desirable for there to be not necessarily no need of being antiferromagnetism, if it has the property that the one direction anisotropy by switched connection bias can be impressed when it sticks to other magnetic films and forms, and to use such bias film and the film named generically.

[0015] It is desirable to a magnetic film to use the alloy of the alloy of 70 to nickel95 atom %, five to Fe30 atom %, and Co1 - pentatomic % or 30 to Co85 atom %, two to nickel30 atom %, and Fe2 - 50 atom %, in addition it may use a permalloy, a par MENDA alloy, etc. for it. That is, it is desirable to use what has good soft magnetic characteristics with ferromagnetism.

[0016] It is desirable on said nonmagnetic electric conduction film to use Au, Ag, and Cu, in addition it may use these alloys, such as Cr, Pt, Pd, Ru, and Rh, for it. That is, it is desirable to use what does not have spontaneous magnetization at a room temperature, but has electronic good permeability. As for the above film, it is desirable to have about 2-1000Å thickness, respectively.

[0017]

[Embodiment of the Invention]

(Example 1) Drawing 3 is the sectional view showing the recording head part of the record playback discrete-type magnetic head of this invention.

[0018] As shown in drawing 3, this invention is in a recording head and the upper limit section magnetic film 16 is formed in the edge at which said up magnetic film 11 forms said magnetic gap 17 in said magnetic gap side at said up magnetic film 11 in the thin film magnetic head equipped with the up magnetic film 11 and the lower magnetic film 15 through the nonmagnetic magnetic gap film 17.

[0019] And the cross section of this invention parallel to the surfacing side of said upper limit section magnetic film 16 is smaller than said the cross section in the part which has said magnetic gap of said up magnetic film 11.

[0020] Moreover, the width of recording track T_w of said upper limit section magnetic film 16 is smaller than the width of recording track T_w of said up magnetic film 11.

[0021] Furthermore, said upper limit section magnetic film 16 has projected this invention to the surfacing side side in the surfacing side rather than said up magnetic film 11.

[0022] The thin film magnetic head of this invention is said upper limit section magnetic film saturation magnetic flux density 1.5. It consists of a plating magnetic film more than a tesla, and consists of said up magnetic film formed by the plating or the sputtering method specific resistance is 50 or more microhm-cm by width of face larger than the frame width of face of said plating magnetic film.

[0023] Moreover, the up shielding film with which said upper limit section magnetic film 16 and the lower limit section magnetic film 18 have the equal width of recording track mutually, and this invention carries out magnetic shielding of said up magnetic film and the magneto-resistive effect film has width of face larger than said width of recording track, and said up magnetic film 11 can consist of a multilayer magnetic film.

[0024] Although this invention is not illustrated, it consists of the record playback discrete-type magnetic head by which the recording head which writes in information, and the reproducing head to read were formed in one.

[0025] The process which produces the recording head of this invention is explained below. Under the lower magnetic film 15 of drawing 3, a giant magneto-resistance mold head is through the gap film. The lower magnetic film 15 carries out the role of shielding of a giant magneto-resistance mold head. Or when a magnetic tunnel spin bulb (giant magneto-resistance mold using oxide film) head is formed downward, there is a role of film which served both as shielding and an electrode. The ferromagnetic of high permeability is used for these film. The multilayers containing Co, nickel, or Fe of a ferromagnetic and the oxide film are sufficient as the lower magnetic film 15. A frame is formed on it by the resist or the resist which contains the oxide film partially, between frames, a ferromagnetic is electroplated and the lower limit section magnetic film 18 is formed. Throat height is 10 micrometers or less. The alloy which added the semimetal element into a CoNiFe alloy, a CoFe alloy, NiFe alloys, or these alloys fits this plating film. The gap film 17 is galvanized on this lower limit section magnetic film 18. Alloys, such as Cr alloy, and Ta, W, Ti, Mo, are used for the gap film. On the gap film 17, the upper limit section magnetic film 16 is galvanized. Magnetic properties required for the plating film which touched the gap film are that saturation magnetic flux density is high, and are saturation-magnetic-flux-density 1.5T. They are 4 Gb/in² by using the above film. Record can be attained. The upper limit section magnetic film 16 is good at the same magnetic film as the lower limit section magnetic film 18. In order to produce the recording head of the structure of drawing 5, the lower insulator layer 14 is formed after removing a frame, and an up magnetic film is produced by plating or the sputtering method on an insulator layer 12 after forming a coil 13 on it. Magnetic properties required for an up magnetic film are high resistance, and specific resistance is 50 or more microhm-cm and saturation-magnetic-flux-

density 1.0T. It is necessary to be the above film. By combining the property of the aforementioned plating film, and the property of an up magnetic film (the lower magnetic film 15 also has desirable property and EQC of an up magnetic film), it is the width of recording track of 0.5 micrometers. 2000Oe (s) It checked that the above record field occurred. Moreover, the recording head of the structure of drawing 5 or drawing 6 wrote rather than the structure of drawing 4 , and while checking that there were few blots, a difference remarkable in record magnetic field strength was not seen. In order to be dependent also on the saturation magnetic flux density of the up magnetic film 11, the higher one of the value of magnetic field strength is [the saturation magnetic flux density of an up magnetic film] desirable. Moreover, it is checked that the location by the side of the surfacing side of the up magnetic film of the head of the structure of drawing 5 is effective by separating 10nm or more from a surfacing side. Effectiveness is checked when the location of an up magnetic film separates from a surfacing side also 10nm in drawing 6 . The range of the value of the carried-out overhang t is 100 micrometers from 10nm.

[0026] As shown in drawing 5 and drawing 6 , the up magnetic film 11 has roundish [wore on the whole like / width of face is / the point which all serves as a surfacing side / small, and / the Erlenmeyer-flask form].

[0027] Drawing 8 is the perspective view showing the structure near the surfacing side of the record playback magnetic head. The giant magneto-resistance film 104 is arranged through an insulator layer between the lower shielding film 106 and the up shielding film 108, and a sense current flows through an electrode 105. Moreover, a recording head consists of the lower limit section magnetic film 103, the gap film 102, the upper limit section magnetic film 101, the up magnetic film 107, and a coil 109 on the up shielding film 108, and the up magnetic film 107 is formed in the back (10nm or more) location from the surfacing side. By making it such a configuration, field inclination with it is acquired, and field curves, such as near the surfacing side of the gap film 102, have a good recording characteristic. [there is little effect of up magnetic film 107 edge, and high]

[0028] In this example, the above-mentioned high specific resistance film is used for a recording head, and the reproducing head indicated to be a recording head below is combined. The giant magneto-resistance film 104 is used for the reproducing head, and the electrode 105 for passing a current touches the giant magneto-resistance film 104 electrically. Under an electrode 105 and the giant magneto-resistance film 104, the lower shielding film 106 is through the lower gap film. On the giant magneto-resistance film 104, the up shielding film 108 which turns into a high specific resistance lower magnetic film through the up gap film is, and this high specific resistance lower magnetic film has become a part of lower magnetic pole of a recording head. It is possible to use a part of this high specific resistance lower magnetic film as the high specific resistance film, and to improve the RF property of a recording head. The gap film 102 of a recording head has equal magnetic film and width of face of the upper and lower sides, and its ingredient of high saturation magnetic flux density is more desirable than the magnetic pole part of others [magnetic film / which consist of up-and-down high saturation-magnetic-flux-density film / the upper limit section magnetic film 101 and the lower limit section magnetic film 103]. Besides, the high specific resistance up magnetic film 107 with wide width of face is used on the edge magnetic film 101. A record medium 110 records a current on the coil 109 of a recording head by the sink and the field from a recording head. In addition, the head of different structure which used the ferromagnetic tunnel film is sufficient as the reproducing head.

[0029] Drawing 9 is the top view which looked at the recording head part of drawing 8 from the top. The up magnetic film 107 has the configuration which the above-mentioned upper limit section magnetic film projected to the surfacing side, and has the flat-surface configuration where the whole was roundish, like 3 angle flask with which the width of face of a point became small. As shown in a top view, the coil 109 is wound spirally and connected to the external lead 32 by the connection 31. The up shielding film 108 turns into a lower magnetic film, like the above-mentioned, the gap film 102 section is touched and the lower limit section magnetic film is formed in the edge.

[0030] Drawing 10 is the partial cross-section perspective view of the component using the spin bulb magneto-resistive effect film used for the reproducing head of the record playback discrete-type

magnetic head of this invention.

[0031] MR sensor of this invention is the structure where the 1st magnetic layer 45 of an elasticity ferromagnetic, the non-magnetic metal layer 21, and the 2nd magnetic layer 22 of a ferromagnetic were made to adhere on glass and a suitable substrate 43 like a ceramic. When the field is not impressed, it is made for the ferromagnetic layers 45 and 22 to become the angular difference each magnetization direction of whose is about 90 degrees. Furthermore, the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 22 is fixed in the same direction as the direction of a field of a magnetic medium. The magnetization direction of the 1st magnetic layer 45 of an elasticity ferromagnetic in case the field is not impressed leans 90 degrees to the direction of a field of the 2nd magnetic layer. It sympathizes with the impressed field, and magnetization rotation arises in the 1st magnetic layer 45, and it changes to it.

[0032] The 1st magnetic layer 45 in this example, the non-magnetic metal layer 21, the 2nd magnetic layer 22, and the antiferromagnetic substance layer 23 can use the film configuration used by the laminated structure shown in below-mentioned drawing 11, and can use Co₈₂Cr₉Pt₉ and Co₈₀Cr₈Pt₉ (ZrO₂) 3 grade for the hard ferromagnetism layer 47. The film configuration of drawing 16 has a film configuration equivalent to the 1st magnetic layer 45 and the 2nd magnetic layer 22 in this example, and those directions of a field are formed like the above-mentioned.

[0033] Before adhering the 1st magnetic layer 45 of an elasticity ferromagnetic, suitable lower film 24 like Ta, Ru, or CrV is made to adhere on a substrate 43 in this example. The purpose to which the lower film 24 is made to adhere is for making the organization of a layer which makes it adhere behind, a grain size number, and a gestalt optimize. The gestalt of a layer is very important for acquiring the big MR effectiveness. That is because the very thin spacer layer of the non-magnetic metal layer 21 can be used according to the gestalt of a layer. In order to make effect by splitting into min furthermore, a lower layer has good high electric resistance. A lower layer can be used also as inverted structure, as mentioned above. A substrate 43 is sufficient high electric resistance, it is fully a flat surface and, in the case of the suitable crystal structure, the lower film 24 is unnecessary.

[0034] A means to produce bias is used for the lengthwise direction for making the 1st magnetic layer 45 hold in the domain condition single in a direction parallel to space. The hard ferromagnetism layer 47 in which a means to make a lengthwise direction produce bias has high coercivity, the Takanao include angle, and high electric resistance is used. The hard ferromagnetism layer 47 touches the field of the edge of the 1st magnetic layer 45 of an elasticity ferromagnetic. The magnetization direction of the hard ferromagnetism layer 47 is parallel to space.

[0035] An antiferromagnetism layer can be contacted to the field of the edge of the 1st magnetic layer 45, and can be made to adhere, and the bias of a required lengthwise direction is produced. As for these antiferromagnetism layers, what has fully different blocking temperature is better than the antiferromagnetism layer 23 used in order to make the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 22 of a ferromagnetic fix.

[0036] Next, it is desirable that a capping layer of the ingredient of high resistance like Ta is made to adhere to the whole MR sensor upper part for example. It has an electrode 28 and a circuit is formed between MR sensor structure, a current source, and a detection means.

[0037] Drawing 11 is the film which constitutes the magneto-resistive effect component of this invention which replaced with each film of the non-magnetic metal layer 21 of drawing 10, the 2nd magnetic layer 22, and the antiferromagnetic substance layer 23, and was formed, and was produced as follows with the RF magnetron sputtering system. In the ambient atmosphere of the 3mm toll of argons, to the ceramic substrate with 1mm [in thickness], and a diameter of 3 inches, the laminating of the following ingredients was carried out one by one, and they were produced. Each target of a tantalum, a nickel-20at% iron alloy, copper, cobalt, and chromium-50at% manganese was used as a sputtering target. By production of the chromium-manganese alloy film, the chip of the 1cm angle of an alloying element has been arranged on a chromium-manganese target, and the presentation was adjusted by increasing or decreasing the number of chips. Moreover, when making a Co-Fe-nickel layer as a ferromagnetic, on the cobalt target, the chip of the 1cm angle of nickel and iron has been arranged, and the presentation was adjusted.

[0038] The cascade screen impressed high-frequency power to the cathode which has arranged each target respectively, it generated the plasma, opened and closed every one shutter arranged for every cathode, and formed each class one by one in equipment. While impressing the field of about 30 Oe(s) in parallel with a substrate using the permanent magnet at the time of film formation and giving uniaxial anisotropy, the direction of the switched connection field of the chromium-manganese film was guided in the direction of an impression field.

[0039] Drawing 12 shows an example of a magnetic disk drive which used the record playback discrete-type magnetic head of this invention. The record playback discrete-type magnetic head 40 is formed in the slider which consists of 20aluminum3 sintered compact, and surfaces the thin film magnetic disk 51 which has the record medium which rotates with a spindle 52, and position control is carried out with high precision by the head positioning device 53. Signal processing of the regenerative signal read by the record playback discrete-type magnetic head 40 and the record signal is carried out by the record regenerative-signal processor 55.

[0040] Drawing 13 is the principle Fig. of the magnetic disk drive using the record playback discrete-type head shown in drawing 11. The location on a record medium 203 is controlled by the head positioning device 202 on the magnetic disk whose record playback discrete-type magnetic head 201 is the record medium 203 which rotates by the motor, and the record playback discrete-type magnetic head 201 is connected with the regenerative-signal processor 204.

[0041] It consists of an air filter for maintaining at clarification the magnetic head for writing in, reading and carrying out the DC motor turning around a magnetic disk, and information and the positioning device of a means to change a location to a magnetic disk in support of this, i.e., an actuator and a voice coil motor, and the interior of equipment etc. in this equipment. An actuator consists of carriage, a rail, and bearing and a voice coil motor consists of a voice coil and a magnet. The magnetic disk of eight sheets is attached in the same revolving shaft, and these drawings show the example which enlarged total storage capacity.

[0042] A magnetic disk is surface roughness RMAX. It considers as 100A or less and the desirable good medium of front-face nature 50A or less. The magnetic disk has formed the magnetic-recording layer in the front face of a rigid base by the vacuum forming-membranes method. As for a magnetic-recording layer, a magnetic thin film is used. The thickness of the magnetic-recording layer formed by the vacuum forming-membranes method is 0.5 micrometers. Since it is the following, the front-face nature of a rigid base is reflected as front-face nature of a record layer as it is. Therefore, a rigid base is surface roughness RMAX. A thing 100A or less is used. As such a rigid base, the rigid base which uses as a principal component glass, the soda alumino silica glass by which the chemical strengthening was carried out, or a ceramic is suitable.

[0043] Moreover, it is desirable in the case of a metal, an alloy, etc., for a magnetic layer to prepare an oxide layer and a nitride layer in a front face, or to use a front face as an oxide film. Moreover, use of a carbon protective coat etc. is desirable. By carrying out like this, the endurance of a magnetic-recording layer improves and damage on a magnetic disk can be prevented at the case where record playback is carried out by the ***** flying height, and the time of contact, a start, and a stop.

[0044] As a result of measuring the engine performance (over-writing property) of the recording head by this invention evaluated by such configuration, the outstanding record engine performance of about - 50dB was obtained also in the RF field 40MHz or more.

[0045] According to this example, it can fully record also in a high frequency field also to a high coercive force medium, and they are the media transfer rate of 15MB/second or more, the record frequency of 45MHz or more, and magnetic-disk 4000rpm. They are 3 Gb/in² as surface recording density since MR sensor of the high sensitivity which has the MR effectiveness which was excellent fast transmission of the above data, compaction of the access time, increase of storage capacity, and on the basis of the anisotropy magneto-resistive effect is obtained. The above magnetic disk drive is obtained.

[0046] (Example 2) Drawing 14 is the sectional view of the thin film magnetic head for record which replaced with drawing 3 and was equipped with the up magnetic film 11 and the lower magnetic film 15 through the nonmagnetic magnetic gap film 17. The lower limit section magnetic film 18 forms in the

edge which forms said magnetic gap in said magnetic gap side of the lower magnetic film 15 through said magnetic gap.

[0047] And the cross section parallel to the surfacing side makes a lower limit section magnetic film smaller than said the cross section in the part which has said magnetic gap of a lower magnetic film.

[0048] Moreover, a lower limit section magnetic film is made smaller than the width of recording track of the width-of-recording-track lower magnetic film.

[0049] Moreover, a lower limit section magnetic film is made to project to a surfacing side side in a surfacing side rather than a lower magnetic film.

[0050] The lower limit section magnetic film of this example is saturation magnetic flux density 1.5. It consists of a plating magnetic film more than a tesla, and is formed by the plating or the sputtering method specific resistance is 50 or more microohm-cm by width of face larger than the frame width of face of said plating magnetic film.

[0051] The upper limit section magnetic film 16 and the lower limit section magnetic film 18 have the equal width of recording track mutually. The up shielding film which carries out magnetic shielding of said up magnetic film and the magneto-resistive effect film has large width of face, and can constitute said up magnetic film from said width of recording track with a multilayer magnetic film.

[0052] (Example 3) Drawing 15 is the sectional view of the thin film magnetic head which similarly replaced with drawing 3 and was equipped with the up magnetic film 11 and the lower magnetic film 15 through the nonmagnetic magnetic gap film 17. A lower limit section magnetic film forms [said up magnetic film] the up magnetic film 11 and the lower magnetic film 15 in the edge which forms said magnetic gap in said magnetic gap side through said magnetic gap at an upper limit section magnetic film and said lower magnetic film.

[0053] Moreover, the cross section parallel to the surfacing side makes said upper limit section magnetic film and a lower limit section magnetic film smaller than said the cross section in the part which has said magnetic gap of said up magnetic film and a lower magnetic film.

[0054] Furthermore, the width of recording track makes said upper limit section magnetic film and a lower limit section magnetic film smaller than the width of recording track of said up magnetic film and a lower magnetic film.

[0055] And said upper limit section magnetic film and a lower limit section magnetic film are made to project to a surfacing side side in a surfacing side rather than said up magnetic film and a lower magnetic film. In this example, although the lower magnetic film 15 is made to project only from the tip of the up magnetic film 11, it is good also by the same die length.

[0056] Moreover, said upper limit section magnetic film and a lower limit section magnetic film are saturation magnetic flux density 1.5. It consisted of a plating magnetic film more than a tesla, and was made to form by the plating or the sputtering method specific resistance is 50 or more microohm-cm by width of face larger than the frame width of face of said plating magnetic film.

[0057] Furthermore, said upper limit section magnetic film and the lower limit section magnetic film have the equal width of recording track mutually. The up shielding film which carries out magnetic shielding of said up magnetic film and the magneto-resistive effect film has large width of face, and can constitute said up magnetic film from said width of recording track with a multilayer magnetic film.

[0058]

[Effect of the Invention] According to this invention, there are few record blots, the thin film magnetic head for record with a high record field is obtained, and it is surface recording density 4 Gb/in². The remarkable effectiveness that the above magnetic recorder and reproducing device can be attained is acquired.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-7609

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月12日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

D

C

K

F

5/265

5/265

5/39

5/39

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-108982

(22) 出願日 平成10年(1998) 4月20日

(31) 優先権主張番号 特願平9-104230

(32) 優先日 平9 (1997) 4月22日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 小室 又洋

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 岡田 智弘

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 府山 盛明

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

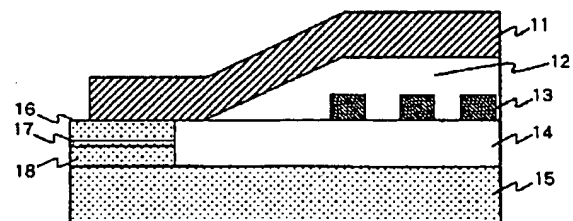
(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及び記録再生分離型ヘッドとそれを用いた磁気記憶再生装置

(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、書きにじみが少なく、記録磁界が高い記録用薄膜磁気ヘッドとそれを用いた記録再生分離型磁気ヘッド及び磁気記憶再生を提供する。

【解決手段】本発明は、記録ヘッドのギャップ膜及びギャップ膜と接した磁性膜を等しいトラック幅に加工し、前記トラック幅よりも広い幅で記録ヘッドの上部磁性膜と磁気抵抗効果膜の上部シールド膜を有し、上部磁性膜の浮上面に平行な段面積が浮上面とギャップ深さ以下の位置で小さくした薄膜磁気ヘッドにある。

図 3



【特許請求の範囲】

【請求項1】非磁性の磁気ギャップ膜を介して上部磁性膜と下部磁性膜とを備えた薄膜磁気ヘッドにおいて、前記上部磁性膜及び下部磁性膜の少なくとも一方は前記磁気ギャップ側に前記磁気ギャップを介して前記磁気ギャップを形成する端部に前記上部磁性膜に上端部磁性膜及び前記下部磁性膜に下端部磁性膜が形成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】非磁性の磁気ギャップ膜を介して上部磁性膜と下部磁性膜とを備えた薄膜磁気ヘッドにおいて、前記上部磁性膜及び下部磁性膜の少なくとも一方は前記磁気ギャップ側に前記磁気ギャップを介して前記磁気ギャップを形成する端部に前記上部磁性膜に上端部磁性膜及び前記下部磁性膜に下端部磁性膜が形成されており、前記上端部磁性膜及び下端部磁性膜の少なくとも一方はその浮上面に平行な断面積が前記上部磁性膜及び下部磁性膜の前記磁気ギャップを有する部分でその前記断面積より小さいことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】非磁性の磁気ギャップ膜を介して上部磁性膜と下部磁性膜とを備えた薄膜磁気ヘッドにおいて、前記上部磁性膜及び下部磁性膜の少なくとも一方は前記磁気ギャップ側に前記磁気ギャップを介して前記磁気ギャップを形成する端部に前記上部磁性膜に上端部磁性膜及び前記下部磁性膜に下端部磁性膜が形成されており、前記上端部磁性膜及び下端部磁性膜の少なくとも一方はそのトラック幅が前記上部磁性膜及び下部磁性膜のトラック幅よりも小さいことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】非磁性の磁気ギャップ膜を介して上部磁性膜と下部磁性膜とを備えた薄膜磁気ヘッドにおいて、前記上部磁性膜及び下部磁性膜の少なくとも一方は前記磁気ギャップ側に前記磁気ギャップを介して前記磁気ギャップを形成する端部に前記上部磁性膜に上端部磁性膜及び前記下部磁性膜に下端部磁性膜が形成されており、前記上端部磁性膜及び下端部磁性膜の少なくとも一方は前記上部磁性膜及び下部磁性膜よりも浮上面において浮上面側に突出していることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】非磁性の磁気ギャップ膜を介して上部磁性膜と下部磁性膜とを備えた薄膜磁気ヘッドにおいて、前記上部磁性膜及び下部磁性膜の少なくとも一方は前記磁気ギャップ側に前記磁気ギャップを介して前記磁気ギャップを形成する端部に前記上部磁性膜に上端部磁性膜及び前記下部磁性膜に下端部磁性膜が形成されており、前記上端部磁性膜及び下端部磁性膜の少なくとも一方は前記上部磁性膜及び下部磁性膜よりも浮上面において浮上面側に突出しており、更にそのトラック幅が前記上部磁性膜及び下部磁性膜のトラック幅よりも小さいことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】前記上端部磁性膜及び下端部磁性膜は飽和磁束密度1.5 テスラ以上のめっき磁性膜からなり、前記めっき磁性膜のフレーム幅よりも広い幅で比抵抗が5

0 $\mu\Omega\text{cm}$ 以上であるめっきあるいはスパッタリング法で形成された前記上部磁性膜からなる請求項1～5のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】前記上端部磁性膜及び下端部磁性膜は互いに等しいトラック幅を有し、前記上部磁性膜及び磁気抵抗効果膜を磁気シールドする上部シールド膜は前記トラック幅よりも広い幅を有し、前記上部磁性膜は多層の磁性膜からなる請求項1～6のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】情報の書き込みを行う記録ヘッドと読み出しを行う再生ヘッドとが一体に形成された記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、前記記録ヘッドは請求項1～7のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドからなることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項9】前記再生ヘッドは、磁気抵抗効果を有する強磁性体と、該強磁性体に密着し、前記強磁性体に一方異方性を発現させる反強磁性体とを含み、前記反強磁性体がCr-Mn系合金からなることを特徴とする請求項8記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項10】情報を記録する薄膜磁気ディスクと、該薄膜磁気ディスクの回転手段と、浮動型スライダに設けられ情報の書き込みを行う記録ヘッドと読み出しを行う再生ヘッドとを有する記録再生分離磁気ヘッドと、前記浮動型スライダを支持し薄膜磁気ディスクに対してアクセスする移動手段とを具備し、前記磁気ディスクが記録・再生時に4000rpm以上で回転し、記録周波数が45MHz以上である磁気記憶再生装置において、前記記録再生分離型磁気ヘッドは請求項8又は9に記載の記録再生分離型磁気ヘッドからなる磁気記憶再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は新規な薄膜磁気ヘッド及びそれを用いた記録再生分離型磁気ヘッドと磁気記憶再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置用薄膜磁気ヘッドは高速回転するディスク上で保持されたスライダ上に形成される。記録ヘッドは強磁性材料の薄膜である磁極層を有し、エアベアリング面(ABS面)でギャップ層の上下に下部磁極層と上部磁極層がある。記録ヘッドの上下の磁極層は後部のギャップで接触する。記録密度を高めるためには磁気ディスクの表面に多くのデータを書き込む必要がある。このためには、トラック幅を狭くして記録密度を高める方法がある。薄膜磁気ヘッドで磁極端の幅すなわちトラック幅が2 μm 以下のヘッドを提供する方法が特開平7-296328号明細書に記載されている。この例には磁性膜をめっき法で形成する際に二酸化ケイ素層をめっきフレームとして用いている。また上記発明にはABS面から後方のゼロスロートレベルまでの磁極層は、磁極端層よりも広くかつ平行であり、磁極端領域と

の磁束のやりとりのために平行経路を与え、磁束伝達能力を高めると記載されている。さらに図24および図25のヘッド構造図には上部磁性膜(図24ではP2(T)、図25ではP2で示してある。)の形状が明らかにされており、ギャップ深さ位置(フレームの上部)で浮上面から見た上部磁性膜の断面積は一定である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、書きにじみが少なく、記録磁界が高い薄膜磁気ヘッド及びそれをを用いた記録再生分離型磁気ヘッドと磁気記憶再生装置を提供するにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、非磁性の磁気ギャップ膜を介して上部磁性膜と下部磁性膜とを備えた薄膜磁気ヘッドにおいて、前記上部磁性膜及び下部磁性膜の少なくとも一方は前記磁気ギャップ側に前記磁気ギャップを介して前記磁気ギャップを形成する端部に前記上部磁性膜に上端部磁性膜及び前記下部磁性膜に下端部磁性膜が形成されていることを特徴とする。

【0005】本発明は、また前記上端部磁性膜及び下端部磁性膜の少なくとも一方はその浮上面に平行な断面積が前記上部磁性膜及び下部磁性膜の前記磁気ギャップを有する部分でその前記断面積より小さいこと、前記上端部磁性膜及び下端部磁性膜の少なくとも一方はそのトラック幅が前記上部磁性膜及び下部磁性膜のトラック幅より小さいこと、及び前記上端部磁性膜及び下端部磁性膜の少なくとも一方は前記上部磁性膜及び下部磁性膜よりも浮上面において浮上面側に突出していることの1つ又は2つ以上の組合せからなることを特徴とするものである。

【0006】本発明は前述の薄膜磁気ヘッドにおいて、前記上端部磁性膜及び下端部磁性膜は飽和磁束密度1.5テスラ以上のめっき磁性膜からなり、前記めっき磁性膜のフレーム幅よりも広い幅で比抵抗が $50\mu\Omega\text{cm}$ 以上であるめっきあるいはスパッタリング法で形成された前記上部磁性膜からなるものであること及び前記上端部磁性膜及び下端部磁性膜は互いに等しいトラック幅を有し、前記上部磁性膜及び磁気抵抗効果膜を磁気シールドする上部シールド膜は前記トラック幅よりも広い幅を有し、前記上部磁性膜は多層の磁性膜からなることの1つ又は2つの組合せからなることを特徴とするものである。本発明は、情報の書き込みを行う記録ヘッドと読み出しを行う再生ヘッドとが一体に形成された記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、前記記録ヘッドは前述の薄膜磁気ヘッドからなることを特徴とする。

【0007】本発明の前述の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、前記再生ヘッドが、磁気抵抗効果を有する強磁性体と、該強磁性体に密着し、前記強磁性体に一方向異方性を発現させる反強磁性体とを含み、前記反強磁性体がCr-Mn系合金からなることを特徴とする。

【0008】本発明は、情報を記録する薄膜磁気ディスクと、該薄膜磁気ディスクの回転手段と、浮動型スライダに設けられ情報の書き込みを行う記録ヘッドと読み出しを行う再生ヘッドとを有する記録再生分離型磁気ヘッドと、前記浮動型スライダを支持し薄膜磁気ディスクに対してアクセスする移動手段とを具備し、前記磁気ディスクが記録・再生時に4000rpm以上で回転し、記録周波数が45MHz以上である磁気記憶再生装置において、前記記録再生分離型磁気ヘッドは前述の記録再生分離型磁気ヘッドからなることを特徴とするものである。

【0009】本発明は、記録密度 4Gb/in^2 以上の磁気ディスク装置に用いるのが好ましい。

【0010】記録ヘッドを浮上面から見た場合、図1に示すようにギャップの上にある磁性膜1はギャップ近傍でトラック幅Twに狭められ、図2の上端部磁性膜16がオーバーハングtだけトラックの両側に広がった構造になっている。フォトレジストとポリジメチルグルタリミドを用いた2層膜に紫外線および遠紫外線の照射と2回の現像の組み合わせで、アンダーカットをもつフレーム材料を作製し、フォトレジスト層の間にギャップ膜を形成し、下部磁極膜をアンダーカット部に形成する。

【0011】本発明の図3の構造の磁気ヘッドを作製すれば二酸化珪素等のフレーム材料を使用しないため上記耐摩耗性やフレーム材料の形成装置を必要としない。図3のように浮上面に上部磁性膜11が出ないため、上部磁性膜から浮上面への磁束の漏洩が少なく、媒体への書きにじみが少なくできる。また図6に示すようにスロートハイトの中で、上部磁性膜の形状が変わる場合、浮上面側を浮上面に平行な断面積を小さくし、スロートハイトの途中から断面積を大きくして、上部磁性膜11から浮上面に漏洩する磁界を小さくし、上部磁性膜11から上端部磁性膜17を通して漏洩する磁界を増やすことが可能であり、面記録密度が 4Gb/in^2 以上の高記録密度の磁気記録装置に用いることができる。上部磁性膜11の浮上面近傍のオーバーハングtを小さくすることが狭トラックヘッドには重要な問題であり、本発明ではギャップ膜17の膜厚の5倍以下とすることが書きにじみを小さくすることにつながる。

【0012】一例として、トラック幅(Tw)が $1.0\mu\text{m}$ 、上部磁性膜の厚さ(Pu)が $4\mu\text{m}$ 、ギャップ膜の膜厚が $0.2\mu\text{m}$ の場合、上部磁性膜11の端部から漏れる磁界Hと、オーバーハングtの関係は、図7のようになる。漏れ磁界は小さい方が良いが、オーバーハングtを小さくしていくと、上部磁性膜の厚さを一定にした時に浮上面のギャップ近傍の磁界強度が減少する。磁界強度が高く、かつ漏れ磁界を小さくするには、この場合、 $H \leq 10000\text{e}$ となるtの範囲、すなわち $t \leq 1\mu\text{m}$ であり、ギャップ膜の膜厚($0.2\mu\text{m}$)の5倍以下が望ましい。t $\leq 1\mu\text{m}$ として上記磁界強度を高くするには、上部磁性膜11の膜厚を厚くすれば良い。上部

磁性膜11の膜厚を厚くすると、上部磁性膜11を形成するためのメッキフレームの形状及び精度が問題になる。すなわち、メッキフレームが厚くなると、形状制御が困難になること及び下の磁性膜(上部磁性膜16)との合わせ精度が問題となる。従ってメッキフレームの形状、精度の点で $t=0\mu\text{m}$ は困難であり、 $t=0.05\sim0.1\mu\text{m}$ として上部磁性膜11を厚くすることが望ましい。上記例は、上部磁性膜11が浮上面から10nm離れている場合である。上部磁性膜11は、10nm以上浮上面から離すことにより、浮上面における上部磁性膜端部からの磁界が減少する。従って従来の記録ヘッド構造である図2の構造から、本発明である図3の構造にすることにより、上部磁性膜端部からの漏れ磁界による記録データの消去や隣接トラックへの影響はなくなる。図3の構造と同様な効果が、上部磁性膜11の断面積をギャップ深さ(図3のギャップ膜の浮上面からの幅)以下の位置で、浮上面から離れた断面積を大きくし、浮上面の断面積を小さくすることにより、得られる。

【0013】本発明では薄膜磁気ヘッドの記録ヘッドの磁極端部をフレームめっきで作製する。即ち、図2や図3に示す上端部磁性膜16、ギャップ膜17及び下端部磁性膜18の3種類の膜は同一フレームを用いてめっきされる。図2及び図3の上部磁性膜11は浮上面側で上端部磁性膜16に接している。この上端部磁性膜16の形状は浮上面に垂直方向の断面図では図2、及び膜面の上から見た図4とすることが従来の構造であり、図4に示すようにギャップ膜17と上端部磁性膜16の形状は浮上面からギャップ深さ(フレーム端部)まで等しく、浮上面に平行断面はこの間(ギャップ膜がある場所の断面)で、同じになる。この従来形状に対して、図5あるいは図6に示すような上端部磁性膜16の浮上面側の断面積を小さくした場合には浮上面で上端部磁性膜16からの漏洩磁界が少なくなり、記録磁界が急峻になり、トラックエッジの磁界分布がシャープになり、バックグラウンドも小さくなる。

【0014】反強磁性膜には、酸化ニッケル、鉄マンガン合金薄膜、クロム-マンガン、クロム-マンガン-白金、クロムアルミ合金膜等を用いても良い。あるいは強磁性のコバルト-白金、コバルト-クロム-白金、鉄-コバルト-テルビウム合金膜のような硬磁性膜で用いることができる。硬磁性膜とは、外部磁界に対してその磁化の変化にくい磁性膜であって、保磁力が例えば100エルステッド以上であるとする、50エルステッドの磁界を加えてもその磁化の方向は殆ど変化しないので、反強磁性膜と同様の効果がある。つまり、他の磁性膜に密着して形成したときに交換結合バイアスによる一方向異方性を印加できる特性を有するものであれば反強磁性である必要は必ずしもなく、このようなバイアス膜と総称する膜、を用いることが好ましい。

【0015】磁性膜には、Ni70~95原子%、Fe5~30原子%及びCo1~5原子%の合金、又はCo30~85原子%、Ni2~30原子%及びFe2~50原子%の合金を用いることが好ましく、その他、パーマロイ、パーメンダー合金等を用いても良い。つまり、強磁性で良好な軟磁気特性を有するものを用いることが好ましい。

【0016】前記非磁性導電膜には、Au、Ag、Cuを用いることが好ましく、その他、Cr、Pt、Pd、Ru、Rh等またはこれらの合金を用いても良い。つまり、室温で自発磁化を持たず、電子の良好な透過性を有するものを用いることが好ましい。以上の膜は、それぞれ2~1000Å程度の膜厚を有することが好ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】

(実施例1) 図3は本発明の記録再生分離型磁気ヘッドの記録ヘッド部分を示す断面図である。

【0018】図3に示す様に、本発明は記録ヘッドにあり、非磁性の磁気ギャップ膜17を介して上部磁性膜11と下部磁性膜15とを備えた薄膜磁気ヘッドにおいて、前記上部磁性膜11は前記磁気ギャップ側に前記磁気ギャップ17を形成する端部に前記上部磁性膜11に上端部磁性膜16が形成されている。

【0019】そして、本発明は、前記上端部磁性膜16の浮上面に平行な断面積が前記上部磁性膜11の前記磁気ギャップを有する部分でその前記断面積より小さいものである。

【0020】また、前記上端部磁性膜16はそのトラック幅Twが前記上部磁性膜11のトラック幅Twよりも小さいものである。

【0021】更に、本発明は、前記上端部磁性膜16が前記上部磁性膜11よりも浮上面において浮上面側に突出しているものである。

【0022】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記上端部磁性膜飽和磁束密度1.5テスラ以上のめっき磁性膜からなり、前記めっき磁性膜のフレーム幅よりも広い幅で比抵抗が $50\mu\Omega\text{cm}$ 以上であるめっきあるいはスパッタリング法で形成された前記上部磁性膜からなるものである。

【0023】また、本発明は、前記上端部磁性膜16及び下端部磁性膜18は互いに等しいトラック幅を有し、前記上部磁性膜及び磁気抵抗効果膜を磁気シールドする上部シールド膜は前記トラック幅よりも広い幅を有し、前記上部磁性膜11は多層の磁性膜からなることができる。

【0024】本発明は、図示していないが情報の書き込みを行う記録ヘッドと読み出しを行う再生ヘッドとが一体に形成された記録再生分離型磁気ヘッドからなるものである。

【0025】以下に本発明の記録ヘッドを作製するプロ

セスについて説明する。図3の下部磁性膜15の下にはギャップ膜を介して巨大磁気抵抗効果型ヘッドがある。下部磁性膜15は巨大磁気抵抗効果型ヘッドのシールドの役割をする。あるいは磁気トンネルスピンバルブ(酸化物膜を用いた巨大磁気抵抗効果型)ヘッドが下に形成される場合にはシールドと電極を兼ねた膜としての役割がある。これらの膜には高透磁率の強磁性膜が用いられる。下部磁性膜15はCoやNiやFeを含む強磁性膜と酸化物膜の多層膜でもよい。その上にフレームをレジストあるいは部分的に酸化物膜を含むレジストで形成し、フレームとフレームの間に強磁性膜を電気めっきして下端部磁性膜18を形成する。スロートハイトは10 μ m以下である。このめっき膜にはCoNiFe合金、CoFe合金、NiFe合金あるいはこれらの合金に半金属元素を添加した合金が適している。この下端部磁性膜18の上にギャップ膜17をめっきする。ギャップ膜にはCr合金やTa, W, Ti, Mo等の合金が用いられる。ギャップ膜17の上には上端部磁性膜16をめっきする。ギャップ膜に接しためっき膜に必要な磁気特性は飽和磁束密度が高いことであり、飽和磁束密度1.5 T以上の膜を使用することにより4 Gb/in²の記録を達成できる。上端部磁性膜16は下端部磁性膜18と同様の磁性膜で良い。図5の構造の記録ヘッドを作製するためにはフレームを除去後、下部絶縁膜14を形成し、その上にコイル13を形成後、絶縁膜12の上に上部磁性膜をめっきあるいはスパッタリング法で作製する。上部磁性膜に必要な磁気特性は高抵抗であり比抵抗が50 $\mu\Omega$ cm以上、飽和磁束密度1.0 T以上の膜である必要がある。前記のめっき膜の特性と上部磁性膜(下部磁性膜15も上部磁性膜の特性と同等が望ましい)の特性を組み合わせることにより、トラック幅0.5 μ mで2000 Oe以上の記録磁界が発生することを確認した。また図4の構造よりも図5あるいは図6の構造の記録ヘッドの方が書きにじみが少ないことを確認すると同時に記録磁界強度に顕著な差がみられなかった。磁界強度の値は上部磁性膜11の飽和磁束密度にも依存するため、上部磁性膜の飽和磁束密度は高い方が望ましい。また図5の構造のヘッドの上部磁性膜の浮上面側の位置は浮上面から10 nm以上離すことにより効果があることが確認されている。図6の場合も上部磁性膜の位置は浮上面から10 nm離すことにより効果が確認される。実施したオーバーハングの値は10 nmから100 μ mの範囲である。

【0026】図5及び図6に示す様に、上部磁性膜11はいずれも浮上面となる先端部が幅が小さく三角フラスコ形の様に全体に丸味を帯びた形状を有するものである。

【0027】図8は、記録再生磁気ヘッドの浮上面近傍の構造を示す斜視図である。巨大磁気抵抗効果膜104は、下部シールド膜106と上部シールド膜108の間

に絶縁膜を介して配列され、電極105を通してセンス電流が流れる。また、記録ヘッドは、上部シールド膜108上に下端部磁性膜103、ギャップ膜102、上端部磁性膜101、上部磁性膜107、及びコイル109から成り、上部磁性膜107は、浮上面から奥(10 nm以上)の位置に形成されている。このような構成にすることにより、ギャップ膜102の浮上面付近の等磁界曲線は、上部磁性膜107端部の影響が少なく、かつ、高い磁界勾配が得られ、良好な記録特性を有する。

【0028】本実施例においては、前述の高比抵抗膜を記録ヘッドに用い、記録ヘッドと以下に示す再生ヘッドを組み合わせたものである。再生ヘッドには巨大磁気抵抗効果膜104が用いられ、電流を流すための電極105が巨大磁気抵抗効果膜104に電気的に接触している。電極105及び巨大磁気抵抗効果膜104の下には下部ギャップ膜を介して下部シールド膜106がある。巨大磁気抵抗効果膜104の上には上部ギャップ膜を介して高比抵抗下部磁性膜となる上部シールド膜108があり、この高比抵抗下部磁性膜は記録ヘッドの下部磁極の一部となっている。この高比抵抗下部磁性膜の一部を高比抵抗膜にして記録ヘッドの高周波特性を改善することが可能である。記録ヘッドのギャップ膜102はその上下の磁性膜と幅が等しく、上下の高飽和磁束密度膜からなる上端部磁性膜101、下端部磁性膜103は他の磁極部分よりも高飽和磁束密度の材料が望ましい。この上端部磁性膜101の上に幅の広い高比抵抗上部磁性膜107を用いる。記録ヘッドのコイル109に電流を流し、記録ヘッドからの磁界により記録媒体110に記録される。尚、再生ヘッドは強磁性トンネル膜を用いた異なる構造のヘッドでも良い。

【0029】図9は図8の記録ヘッド部分を上から見た平面図である。上部磁性膜107は浮上面に前述の上端部磁性膜が突出した形状を有し、先端部の幅が小さくなった三角フラスコの様に全体が丸味を帯びた平面形状を有する。コイル109は平面図の如くうず巻状に巻回しており外部リード32に接続部31で接続されている。上部シールド膜108は下部磁性膜となるもので、前述の如くギャップ膜102部に接して、その端部に下端部磁性膜が形成されている。

【0030】図10は本発明の記録再生分離型磁気ヘッドの再生ヘッドに用いたスピンバルブ磁気抵抗効果膜を用いた素子の部分断面斜視図である。

【0031】本発明のMRセンサは、ガラス、セラミックのような適切な基板43の上に、軟質強磁性体の第1磁性層45、非磁性金属層21、及び強磁性体の第2磁性層22を付着させた構造である。強磁性層45及び22は、磁界が印加されていない場合は、個々の磁化方向が約90度の角度差になるようにする。さらに、第2磁性層22の磁化方向は、磁性媒体の磁界方向と同じ方向に固定される。磁界が印加されていない場合の軟質強磁

性体の第1磁性層45の磁化方向は第2磁性層の磁界方向に対して90度傾いている。印加された磁界に感応して第1磁性層45に磁化回転が生じ変化する。

【0032】本実施例における第1磁性層45、非磁性金属層21、第2磁性層22及び反強磁性体層23は後述の図11に示した積層構造で用いた膜構成を用いることができ、また、硬質強磁性層47には $\text{Co}_{82}\text{Cr}_9\text{Pt}_9$ 、 $\text{Co}_{80}\text{Cr}_9\text{Pt}_9(\text{ZrO}_2)_3$ 等を用いることができる。図16の膜構成は本実施例における第1磁性層45と第2磁性層22に相当する膜構成を有し、それらの磁界方向は前述と同様に形成されている。

【0033】本実施例では軟質強磁性体の第1磁性層45の付着を行う前に、例えば、Ta、Ru、又はCrVのような適切な下部膜24を基板43の上に付着させる。下部膜24を付着させる目的は、後に付着させる層の組織、結晶粒度、及び形態を最適化させるためである。層の形態は、大きなMR効果を得るのに非常に重要である。それは層の形態によって非磁性金属層21の非常に薄いスペース層を利用することができるからである。さらに分流による影響を最小にするために、下部層は高電気抵抗がよい。下部層は前述したように逆構造としても使用できる。基板43は十分な高電気抵抗で、十分に平面であり、且つ適切な結晶構造の場合は、下部膜24は不要である。

【0034】第1磁性層45は、紙面に平行な方向に単一のドメイン状態に保持させるための縦方向にバイアスを生じさせる手段が用いられる。縦方向にバイアスを生じさせる手段は、高飽和保磁力、高直角度、且つ、高電気抵抗を有する硬質強磁性層47が用いられる。硬質強磁性層47は、軟質強磁性体の第1磁性層45の端部の領域に接触している。硬質強磁性層47の磁化方向は、紙面に平行である。

【0035】反強磁性層を第1磁性層45の端部の領域に接触させて付着させることができ、必要な縦方向のバイアスを生じさせる。これらの反強磁性層は、強磁性体の第2磁性層22の磁化方向を固定させるために用いられる反強磁性層23よりも十分に異なるブロッキング温度を有するものが良い。

【0036】次に、例えば、Taのような高抵抗の材料のキャッピング層が、MRセンサ上部全体に付着させられるのが好ましい。電極28が備えられ、MRセンサ構造体と電流源及び検知手段間に回路が形成される。

【0037】図11は図10の非磁性金属層21、第2磁性層22及び反強磁性体層23の各膜に代えて形成した本発明の磁気抵抗効果素子を構成する膜で、高周波マグネトロンスパッタリング装置により以下のように作製した。アルゴン3ミリトールの雰囲気中にて、厚さ1ミリ、直径3インチのセラミックス基板に以下の材料を順次積層して作製した。スパッタリングターゲットとしてタンタル、ニッケル-20at%鉄合金、銅、コバル

ト、クロム-50at%マンガンの各ターゲットを用いた。クロム-マンガン合金膜の作製では、クロム-マンガンターゲット上に添加元素の1センチ角のチップを配置し、チップの数を増加あるいは減少させることで組成を調整した。また、強磁性膜としてCo-Fe-Ni層を作るときはコバルトターゲット上にニッケル、鉄の1センチ角のチップを配置して組成を調整した。

【0038】積層膜は、各ターゲットを配置したカソードに各々高周波電力を印加して装置内にプラズマを発生させておき、各カソードごとに配置されたシャッターを一つずつ開閉して順次各層を形成した。膜形成時には永久磁石を用いて基板に平行におよそ300eの磁界を印加して、一軸異方性をもたせるとともに、クロム-マンガン膜の交換結合磁界の方向を印加磁界の方向に誘導した。

【0039】図12は、本発明の記録再生分離型磁気ヘッドを用いた磁気ディスク装置の一例を示す。記録再生分離型磁気ヘッド40は Al_2O_3 焼結体からなるスライドに設けられ、スピンドル52で回転する記録媒体を有する薄膜磁気ディスク51を浮上し、ヘッド位置決め機構53により、高精度に位置制御されている。記録再生分離型磁気ヘッド40により読み出された再生信号や、記録信号は、記録再生信号処理系55によって信号処理される。

【0040】図13は図11に示した記録再生分離型ヘッドを用いた磁気ディスク装置の原理図である。記録再生分離型磁気ヘッド201はモータで回転する記録媒体203である磁気ディスクの上でヘッド位置決め機構202により記録媒体203上での位置が制御され、記録再生分離型磁気ヘッド201は再生信号処理系204と接続されている。

【0041】本装置において、磁気ディスクを回転するDCモータ、情報を書き込み、読み取りするための磁気ヘッド、これを支持して磁気ディスクに対して位置を変える手段の位置決め装置、即ち、アクチュエータとボイスコイルモータ、及び装置内部を清浄に保つためのエアフィルタなどからなる。アクチュエータは、キャリッジとレール、軸受からなり、ボイスコイルモータはボイスコイル、マグネットからなる。これらの図では、同一の回転軸に8枚の磁気ディスクを取付け、合計の記憶容量を大きくした例を示している。

【0042】磁気ディスクは表面粗さ R_{MAX} が100Å以下、望ましくは50Å以下の表面性の良好な媒体とする。磁気ディスクは、剛性基体の表面に真空成膜法によって磁気記録層を形成してある。磁気記録層は磁性薄膜が用いられる。真空成膜法によって形成される磁気記録層の膜厚は0.5μm以下であるので、剛性基体の表面性がそのまま記録層の表面性として反映される。従って、剛性基体は、表面粗さ R_{MAX} が100Å以下のものを使用する。そのような剛性基体としては、ガラス、化

学強化されたソーダアルミノ珪酸ガラスまたはセラミックを主成分とする剛性基体が適している。

【0043】また、磁性層が金属や合金などの場合には、表面に酸化物層、窒化物層を設けるか、表面を酸化皮膜とするのが望ましい。また、炭素保護膜の使用等も望ましい。こうすることにより、磁気記録層の耐久性が向上し、極く低浮上量で記録再生する場合や、コンタクト、スタート、ストップ時においても、磁気ディスクの損傷を防止できる。

【0044】このような構成で評価した本発明による記録ヘッドの性能（オーバーライト特性）を測定した結果、40MHz以上の高周波領域でも-50dB程度の優れた記録性能が得られた。

【0045】本実施例によれば、高保磁力媒体に対しても、高周波領域でも十分に記録可能であり、メディア転送速度15MB/秒以上、記録周波数45MHz以上、磁気ディスク4000rpm以上のデータの高速転送、アクセス時間の短縮、記録容量の増大と、異方性磁気抵抗効果を基礎として優れたMR効果を有する高感度のMRセンサが得られることから面記録密度として3Gb/in²以上との磁気ディスク装置が得られるものである。

【0046】（実施例2）図14は図3に代えて非磁性の磁気ギャップ膜17を介して上部磁性膜11と下部磁性膜15とを備えた記録用薄膜磁気ヘッドの断面図である。下部磁性膜15の前記磁気ギャップ側に前記磁気ギャップを介して前記磁気ギャップを形成する端部に下部磁性膜18が形成したものである。

【0047】そして、下部磁性膜は、その浮上面に平行な断面積が下部磁性膜の前記磁気ギャップを有する部分でその前記断面積より小さくしたものである。

【0048】また、下部磁性膜は、そのトラック幅下部磁性膜のトラック幅よりも小さくしたものである。

【0049】また、下部磁性膜は、下部磁性膜よりも浮上面において浮上面側に突出させたものである。

【0050】本実施例の下部磁性膜は飽和磁束密度1.5テスラ以上のめっき磁性膜からなり、前記めっき磁性膜のフレーム幅よりも広い幅で比抵抗が50μΩcm以上であるめっきあるいはスパッタリング法で形成されたものである。

【0051】上部磁性膜16及び下部磁性膜18は互いに等しいトラック幅を有している。前記上部磁性膜及び磁気抵抗効果膜を磁気シールドする上部シールド膜は前記トラック幅よりも広い幅を有し、前記上部磁性膜は多層の磁性膜によって構成することができる。

【0052】（実施例3）図15は同じく図3に代えて非磁性の磁気ギャップ膜17を介して上部磁性膜11と下部磁性膜15とを備えた薄膜磁気ヘッドの断面図である。上部磁性膜11及び下部磁性膜15は前記磁気ギャップ側に前記磁気ギャップを介して前記磁気ギャップを形成する端部に前記上部磁性膜に上部磁性膜及び前記

下部磁性膜に下部磁性膜が形成したものである。

【0053】また、前記上部磁性膜及び下部磁性膜はその浮上面に平行な断面積が前記上部磁性膜及び下部磁性膜の前記磁気ギャップを有する部分でその前記断面積より小さくしたものである。

【0054】更に、前記上部磁性膜及び下部磁性膜はそのトラック幅が前記上部磁性膜及び下部磁性膜のトラック幅よりも小さくしたものである。

【0055】そして、前記上部磁性膜及び下部磁性膜は前記上部磁性膜及び下部磁性膜よりも浮上面において浮上面側に突出させたものである。本実施例では下部磁性膜15は上部磁性膜11の先端よりわずかに突出させているが、同じ長さでもよい。

【0056】また、前記上部磁性膜及び下部磁性膜は飽和磁束密度1.5テスラ以上のめっき磁性膜からなり、前記めっき磁性膜のフレーム幅よりも広い幅で比抵抗が50μΩcm以上であるめっきあるいはスパッタリング法で形成させた。

【0057】更に、前記上部磁性膜及び下部磁性膜は互いに等しいトラック幅を有している。前記上部磁性膜及び磁気抵抗効果膜を磁気シールドする上部シールド膜は前記トラック幅よりも広い幅を有し、前記上部磁性膜は多層の磁性膜によって構成することができる。

【0058】

【発明の効果】本発明によれば、記録にじみが少なく、記録磁界が高い記録用薄膜磁気ヘッドが得られ、面記録密度4Gb/in²以上の磁気記録再生装置が達成できる顕著な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】オーバーハングをもつ磁気記録ヘッドの浮上面側から見た磁性膜の形状の説明図。

【図2】磁気記録ヘッドの浮上面に垂直な面から見た断面図。

【図3】磁気記録ヘッドの浮上面に垂直な面から見た断面図。

【図4】磁気記録ヘッド上面から見た上部磁性膜と上部磁性膜の形状の説明図。

【図5】磁気記録ヘッド上面から見た上部磁性膜と上部磁性膜の形状の説明図。

【図6】磁気記録ヘッド上面から見た上部磁性膜と上部磁性膜の形状の説明図。

【図7】磁界（H）とオーバーハング（t）との関係を示す線図。

【図8】記録再生分離型磁気ヘッドの部分断面斜視図。

【図9】記録用薄膜磁気ヘッドの平面図。

【図10】磁気抵抗効果型磁気ヘッドの膜構成を示す斜視図。

【図11】磁気抵抗効果型磁気ヘッドの膜構成図。

【図12】磁気記録再生装置の平面図及び断面図。

【図13】磁気記録再生装置の原理図。

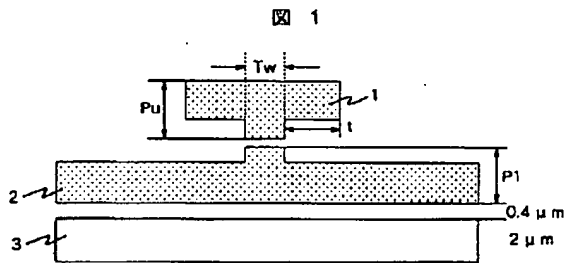
【図14】磁気記録ヘッドの断面図。

【図15】磁気記録ヘッドの断面図。

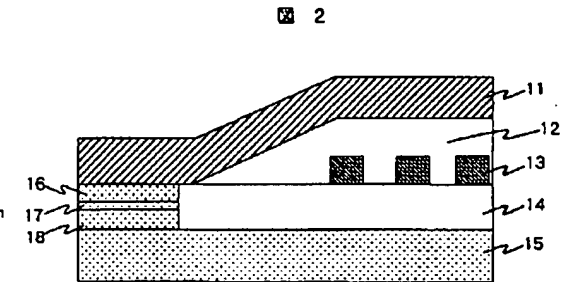
【符号の説明】

1, 11, 107…上部磁性膜、2, 15…下部磁性膜、3, 106…下部シールド膜、13, 109…コイル、16, 101…上端部磁性膜、17, 102…ギャップ膜、18, 103…下端部磁性膜、40, 201…記録再生分離型磁気ヘッド、104…巨大磁気抵抗効果膜、108…上部シールド膜。

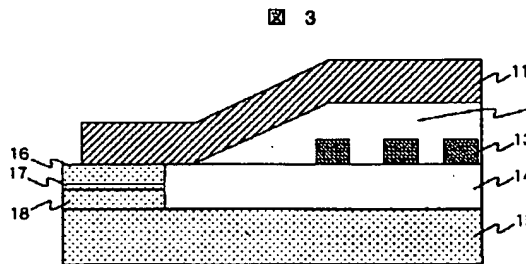
【図1】



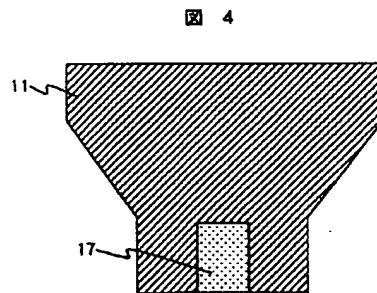
【図2】



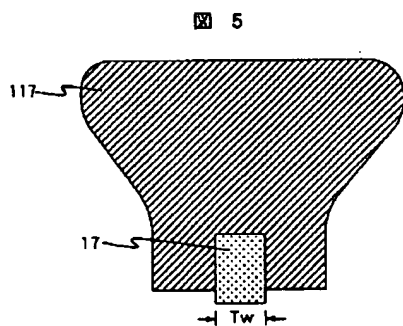
【図3】



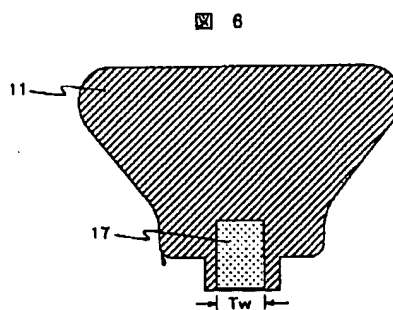
【図4】



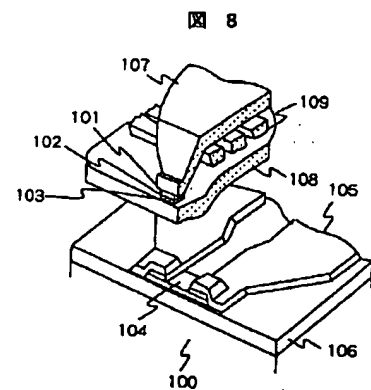
【図5】



【図6】

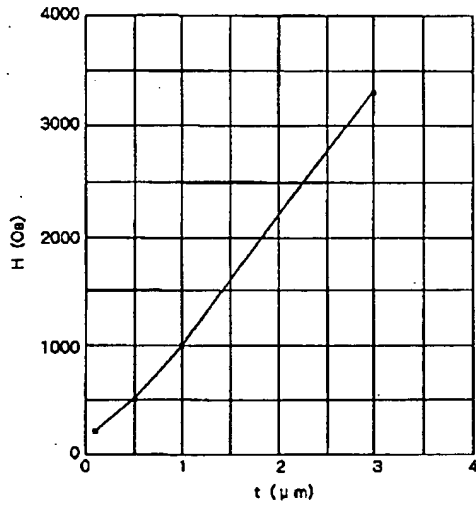


【図8】



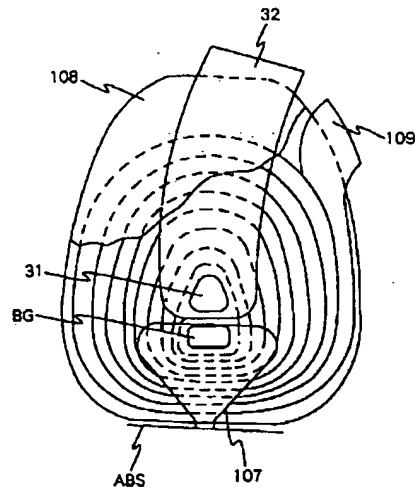
【図7】

図 7



【図9】

図 9



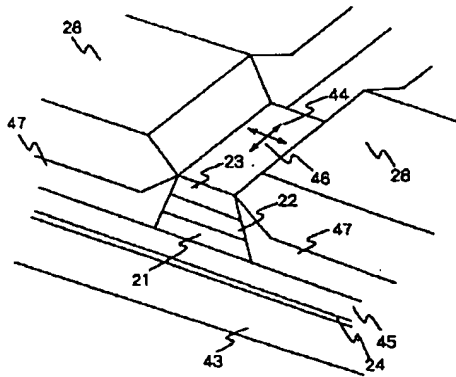
【図11】

図 11

Ta (5nm)
Cr45Mn45Pt10 (30 nm)
Ni81Fe19 (3nm)
Cu (2.5nm)
Ni81Fe19 (5nm)
Ta (5nm)
glass

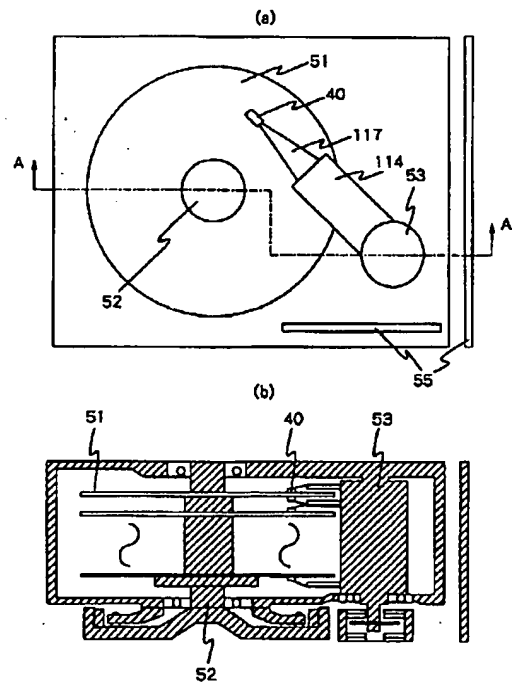
【図10】

図 10



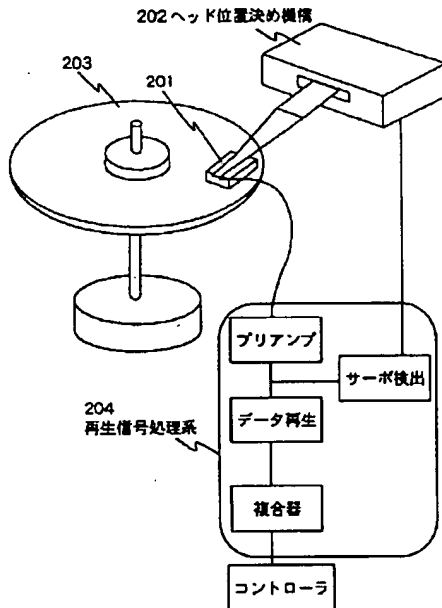
【図12】

図 12



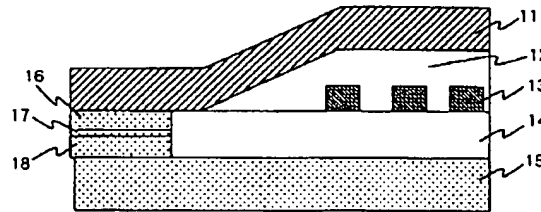
【図13】

図 13



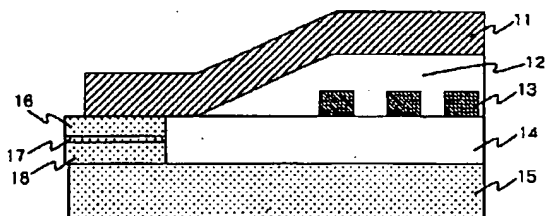
【図14】

図 14



【図15】

図 15



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 鉄男
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 福井 宏
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 丸山 洋治
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 平賀 良
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
株式会社日立製作所内